

# Parametre tenzometrických snímačov sily a odporúčania pre správny výber

Článok vysvetľuje základné parametre tenzometrických snímačov sily z hľadiska ich praktického využitia pri výbere vhodného typu pre konkrétnu aplikáciu.

*Kľúčové slova: merací rozsah, citlivosť snímača, nelinearita, hysterézia*

## Druh tenzometrického snímača

V závislosti od toho na akom princípe snímač pracuje, existujú rôzne druhy, napr. ohybový, membránový, strižný, prstencový a pod. Okrem toho, snímač môže byť vyrobený z rôznych materiálov, najčastejšie z ocele alebo zo zliatiny hliníka. Pre zákazníka to ale obvykle nie je dôležité, dôležitejší je tvar snímača, rozmery, spôsob zabudovania v danej aplikácii a elektrické parametre. Všeobecne možno povedať, že membránové typy (EMS20 až EMS60) sú jednoduchšej konštrukcie, lacnejšie a o niečo menej presné (trieda presnosti do 0,5 %), dobre však znášajú preťaženie a sú lacnejšie. Niekedy však treba zohľadniť aj iné kritériá, napr. či bude snímač dynamicky namáhaný, v akom prostredí pracuje a pod.

## 1. Definícia parametrov snímača a pracovné podmienky

### Rozsah snímača

Merací rozsah snímača je nominálna sila ktorou môže byť snímač zaťažený. Udáva sa v N alebo kN, prípadne v jednotkách váhy, ak sa jedná o snímač určený na váženie. Snímače určené na meranie sily sa môžu použiť aj na váženie a opačne, rozsah však treba prepočítať podľa rovnice  $F(N) = 9,81 * m(kg)$ . Príklad: máme snímač s rozsahom 100 N ktorý chceme použiť v aplikácii na váženie. Jeho rozsah z hľadiska váženia je  $100 / 9,81 = 10,19$  kg. To znamená, že takýto snímač možno použiť na váženie v rozshu do rozsahu 10 kg.

Pri tenzometrických snímačoch je dôležitý údaj o povolenom preťažení snímača. Dôležité je to preto, lebo ak sa snímač preťaží nad prípustnú hranicu čo len na krátku dobu (stačí niekoľko milisekúnd), obvykle sa trvale poškodí a nie je možné ho opraviť. Pri štandardných snímačoch je povolená hranica preťaženia od 120 do 150 % nominálnej hodnoty, t.j. snímač s rozsahom 100 N sa môže zaťažiť max na 150 N. Nad touto hranicou obvykle dochádza k trvalému poškodeniu.

V aplikáciách kde je snímač trvale zaťažený, sa neodporúča prekračovať 75 % nominálneho rozsahu. Takáto aplikácia je napr. váženie na plošinovej váhe. Samotná plošina môže mať hmotnosť napr. 50 kg, bremeno na nej ďalších 100 kg. Celková hmotnosť, t.j.  $50 + 100 = 150$  kg by mala byť maximálne 75 % rozsahu snímača. V tomto prípade treba použiť snímač s rozsahom 200 kg.

Pri dynamickom namáhaní snímača sa neodporúča prekračovať 50 % nominálneho rozsahu snímača.

### Smer záťaže

Prevažná väčšina tenzometrických snímačov sily býva kalibrovaná len pre jeden smer záťaže, buď v smere tlaku alebo ťahu. Je to preto, lebo pri prechode nulou vznikajú prídavné chyby (obvykle do 0,1 % z rozsahu).

Inak však poškodenie snímača nehrozí, t.j. snímač pre tlak sa môže používať aj v smere ťahu a opačne. Ak nevádi mierne zväčšená chyba, je možné dokonca používať jeden snímač pre meranie v smere tlaku a súčasne aj v smere ťahu.

## Citlivosť snímača a napájacie napätie

Citlivosť snímača sa udáva v jednotkách mV/V (milivolt na volt) a bežné hodnoty sú od 0,5 do 3 mV/V. Fyzikálne citlivosť udáva veľkosť signálu na výstupe snímača pri napájacom napätí 1 V a nominálnom zaťažení. Napájacie napätie však môže byť aj vyššie a potom je väčší aj výstupný signál. Napr. pri citlivosti 2 mV/V a napájacom napätí 10 V bude výstupné napätie  $2 \text{ mV/V} * 10 \text{ V} = 20 \text{ mV}$  (pri nominálnom zaťažení!). To znamená, že čím vyššie napájacie napätie použijeme, tým je to výhodnejšie, lebo tým je väčšie výstupné napätie zo snímača. Má to však svoje hranice. Pri vysokom napájacom napätí sa snímač zahrieva a v dôsledku toho vznikajú prídavné teplotné chyby. Preto treba dodržať odporúčanú veľkosť napájacieho napätia ktorá býva uvedená v technickom liste. Obvykle je v rozsahu 2,5 až 20 V. Napájacie napätie môže byť jednosmerné alebo aj striedavé.

## Vstupný a výstupný odpor

Tenzometrický snímač sily sa z elektrického hľadiska správa ako odporový mostík. Vstupný odpor snímača je ten, ktorý sa nameria medzi napájacími svorkami snímača, výstupný je medzi výstupnými svorkami snímača. Teoreticky by obidva odpory mali byť rovnaké, obvykle však vstupný odpor býva väčší. Je to preto, lebo v mostíku bývajú zaradené ešte rôzne kompenzačné odpory. Bežná hodnota vstupného odporu býva 370  $\Omega$ . Pri napájacom napätí 10 V prechádza snímačom prúd  $10 / 370 = 27 \text{ mA}$ . Pri paralelnom zapojení 4 snímačov je to už 108 mA. Na veľkosť prúdu treba dať pozor pri výbere elektronickej jednotky. Jednotka musí byť schopná dodať požadovaný prúd pri vysoko stabilnom napätí a v celom teplotnom rozsahu!

## Teplotný rozsah

Niekedy bývajú uvedené dva alebo až tri teplotné rozsahy a to: kompenzovaný, pracovný a skladovací. Kompenzovaný teplotný rozsah je taký, pri ktorom bol snímač v procese výroby reálne odskúšaný a boli pri ňom vykonané merania. V tomto rozsahu sú garantované všetky parametre uvedené v technickom liste. Pracovný teplotný rozsah je väčší ako kompenzovaný a snímač sa v ňom môže bez obáv používať, dokonca ani chyby významnejšie nenarastú. Rozdiel je hlavne v tom, že v tomto teplotnom rozsahu nebol snímač počas výroby skúšaný a preto výrobca negarantuje uvedené parametre. Mimo pracovný teplotný rozsah sa snímač neodporúča používať. Problém nie je ani tak v tom, že by hrozilo poškodenie snímača v dôsledku teploty. Väčší problém je v tom, že mimo pracovného rozsahu už významne narastajú teplotné chyby. K poškodeniu snímača v dôsledku teploty môže dôjsť až pri prekročení povoleného skladovacieho rozsahu.

## 2. Presnosť (chyby) tenzometrických snímačov sily

### Nelinearita a hysterézia

Nelinearita (chyba linearity) je maximálna odchýlka prevodovej charakteristiky snímača pri rastúcom zaťažení od tzv. optimálnej priamky. Udáva sa v % nominálneho rozsahu. Definícia nehovorí o spôsobe stanovenia optimálnej priamky. Existuje viacero metód jej určenia, v praxi však vyhovuje výpočet metódou

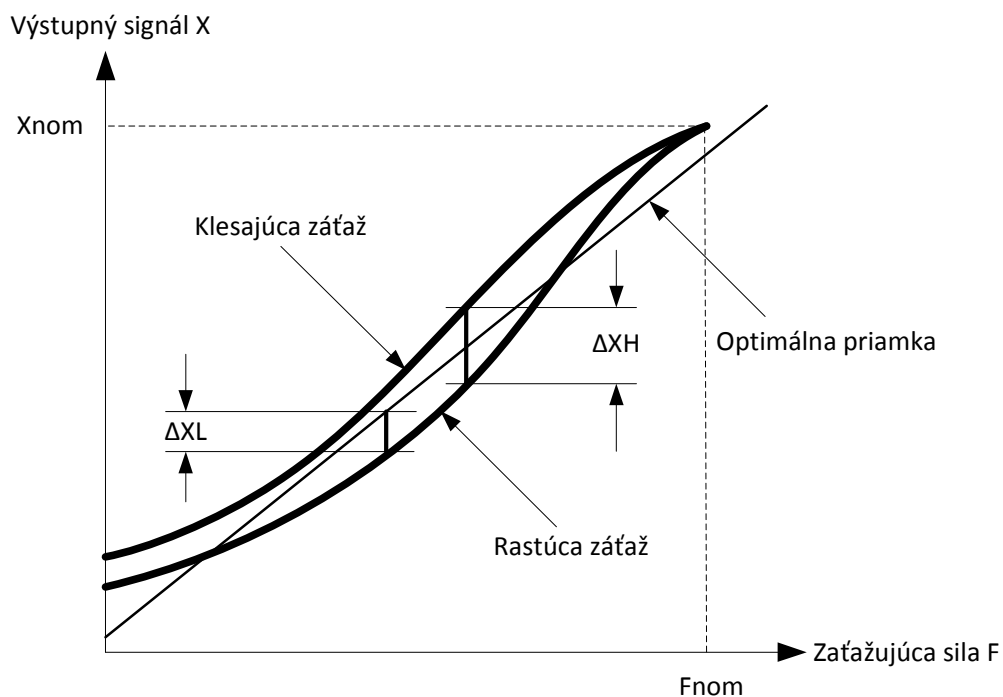
najmenších čtvorcov z aspoň 5 bodov nameranej prevodovej charakteristiky. Nelinearita sa vypočíta podľa vzťahu

$$NL = \Delta XL / X_{nom} * 100 \%$$

Hysterézia (chyba hysterézie) je maximálna odchýlka medzi charakteristikami snímača pri rastúcom a klesajúcom zaťažení, vztiahnutá k nominálnemu rozsahu. Vypočíta sa podľa vzťahu

$$H = \Delta XH / X_{nom} * 100 \%$$

Vysvetlenie použitých výrazov a označení je na obr. 1.



Obr. 1 Definícia nelinearity a hysterézie